

ВОЗРАСТНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ РАЗВИТИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЯМИ У ДЕВОЧЕК 7–16 ЛЕТ

А.И. Босенко, В.А. Скобелев, Ю.Ф. Нежелский
Южноукраинский национальный педагогический университет
имени К.Д. Ушинского, г. Одесса, Украина, bosenco@ukr.net

Актуальность. Система управления движениями (СУД) является предметом изучения многих дисциплин, в том числе и возрастной физиологии. Знание общих закономерностей ее становления у детей и подростков является основой для совершенствования СУР в процессе индивидуального роста и развития человека [1, 2, 3].

Возрастным особенностям развития двигательных качеств посвящено много исследований, обобщенные результаты которых представлены в работах Любомирского Л.Е. [9, 10] и Фарфеля В.С. [12] и др., однако подробных данных о развитии СУД в

отдельных блоках структур управления движениями в онтогенезе у детей школьного возраста в доступной литературе нами не обнаружены.

Большой интерес представляют исследования влияния различных факторов среды на СУР в онтогенезе в зависимости от пола, состояния, уровня мотивации [1, 2, 10, 11, 13], спортивной специализации [14] и пр. Особенно остро стоит рассматриваемая проблема в физическом воспитании и спорте представительниц женского пола [6, 11, 14].

В научной литературе представлены как традиционные, так и оригинальные теории управления движениями, в которых высказываются дискуссионные трактовки в отношении многих общепринятых положений (Коренберг В.Б. [7, 8]). Изложенное определяет актуальность и перспективность избранного направления исследований.

Целью настоящей работы явилось изучение развития СУД у девочек школьного возраста в возрастном периоде 7–16 лет в норме и после выполнения дозированных физических нагрузок с реверсом.

Методы и организация исследований. Были проведены исследования на протяжении 9 лет с интервалом через 1 год на постоянном контингенте девочек из 30 человек следующих возрастных групп: 7–8, 8–9, 9–10, 10–11, 11–12, 12–13, 13–14, 14–15 и 15–16 лет, соответственно, школьниц 1–9 классов.

Оценка функционального состояния СУД производилась графоаналитическим методом, предложенным Голубевым В.Н. и Давиденко Д.Н. [6, 7], суть которого заключается в анализе пространственно–временной характеристики кривой воспроизведения заданной величины мышечного усилия, развиваемого испытуемым на кистевом динамометре. По представленной авторами методике, анализу подвергалась кривая воспроизведения мышечного усилия, равного 50% от максимального развиваемого испытуемым, т.к. именно такие условия определяют наиболее высокое качество регулирования и устойчивость функционирования СУД. Графически кривая при такой величине заданного усилия, полученная авторами метода на взрослых испытуемых, имеет характерный вид так называемого переходного процесса в СУД (рис. 1), количественная и качественная оценка которого определяется следующими показателями:

1. Перерегулирование – показатель перерегулирования в %.
2. Ошибка регулирования – показатель ошибки регулирования в %.
3. Время регулирования – время перехода на новый уровень регулирования, при отклонении от него не более чем на 5 %.
4. Колебательность системы – число колебаний за время регулирования.
5. Устойчивость регулирования – время, на протяжении которого ошибка регулирования не увеличивается.

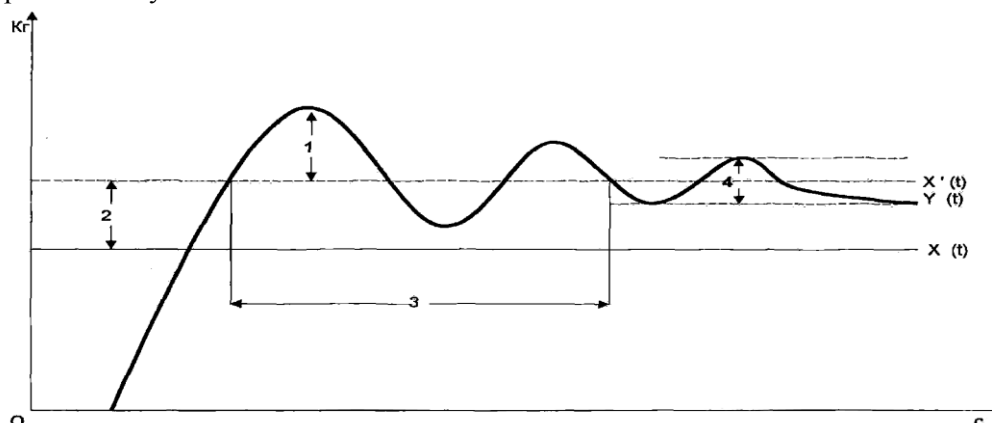


Рисунок 1 – Переходный процесс в системе управления движениями:

1 – перерегулирование; 2 – ошибка регулирования; 3 – время регулирования; 4 – отклонение выходной характеристики $Y(t)$ от установки $X^1(t)$; $X(t)$ – заданная величина усилия; $X^1(t)$ воспроизводимый уровень переходного процесса; $Y(t)$ – регулируемый сигнал (воспроизведение усилия)

В настоящей статье представлены результаты изучения возрастной динамики системы управления движениями у девочек 7–16 лет в норме, т.е. в состоянии относительного мышечного покоя.

Результаты исследований показали, что СУД у детей и подростков имеет, как минимум, два варианта реагирования на решение поставленной моторной программы, т.е. воспроизведения 50% мышечного усилия от максимального развиваемого испытуемым.

При первом, неустойчивом режиме функционирования СУД, испытуемые не в состоянии поддерживать заданную величину мышечного усилия: происходит постоянное рассогласование между заданной величиной и воспроизводимой в сторону уменьшения величины последней. В свою очередь для этого режима функционирования характерны два варианта воспроизведения: нестабильный тип воспроизведения с первоначальным перерегулированием (рис. 2А), нестабильный тип воспроизведения с изначальным недорегулированием (рис. 2Б).

При втором устойчивом режиме функционирования СУД со всеми характерными показателями переходного процесса также наблюдаются два варианта воспроизведения мышечного усилия: воспроизведение с отрицательной ошибкой регулирования и воспроизведение с положительной ошибкой регулирования (соответственно, рис. 2В и 2Г).

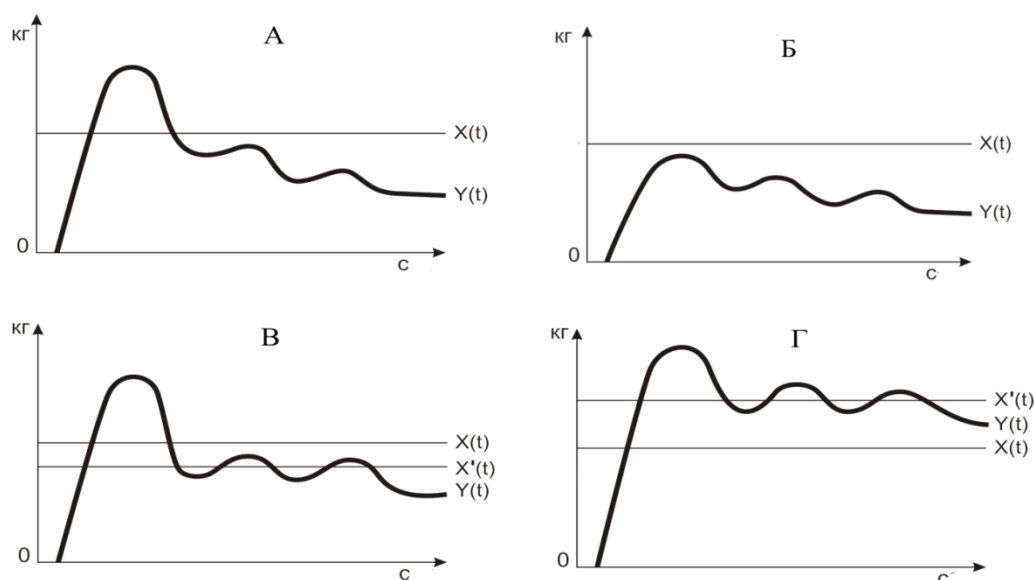


Рисунок 2 – Типы воспроизведения заданной величины мышечного усилия у детей и подростков

Неустойчивый, нестабильный режим функционирования СУД был выявлен более, чем у трети девочек 7–8 лет, почти у половины девочек 8–9 лет, существенно, в 3,58 раза, меньше у девочек 9–10 лет по сравнению с 7–8-летними. В следующих возрастных группах количество случаев нестабильного регулирования продолжало уменьшаться, но с меньшей скоростью, и составило у девочек 12–13 лет несколько меньше восьми процентов обследованных, что отражало почти 10-кратное уменьшение встречаемости данного типа регулирования. Во второй половине и до конца пубертатного периода случаи неустойчивого регулирования у девочек нами не установлено (табл. 1).

Соответственно, устойчивый режим функционирования СУД девочек характеризовался прогрессивными положительными изменениями в возрастном диапазоне от 7 до 10 лет, с дальнейшим уменьшением темпов прироста с 10 до 13 лет и полной стабилизацией в возрасте 13–16 лет.

Большинство детей младших возрастных групп с устойчивым режимом функционирования СУД воспроизводят мышечное усилие с отрицательной ошибкой регулирования и только в возрастной группе 13–14 лет СУД у всех девочек переходит на

режим функционирования с положительной ошибкой, характерной для взрослых испытуемых.

Таблица – Встречаемость стабильного и нестабильного типов воспроизведения заданной величины мышечного усилия у девочек 7–16 лет

Возрастная группа	Общее количество	Стабильный тип воспроизведения		Нестабильный тип воспроизведения	
		Количество, n	% от общего количества	Количество, n	% от общего количества
7–8 лет	30	7	23,3	23	76,7
8–9 лет	28	16	57,1	12	42,9
9–10 лет	28	22	78,6	6	21,4
10–11 лет	26	22	84,6	4	15,4
11–12 лет	26	23	88,5	3	11,5
12–13 лет	26	24	92,3	2	7,7
13–14 лет	26	26	100	0	0
14–15 лет	26	26	100	0	0
15–16 лет	26	26	100	0	0

Более наглядно возрастная динамика формирования устойчивости функционирования СУД прослеживается при комплексной характеристике искомых критериев. Как следует из полученных данных, наиболее резко количество девочек с неустойчивым режимом функционирования СУД снижается в возрасте от 7 до 10 лет, в возрасте от 10 до 13 лет снижение протекает более гладко и, начиная с возрастного периода 13–14 лет, СУД всех обследованных переходит на стабильный устойчивый режим функционирования.

Графическое исследование СУД у девочек со стабильным типом воспроизведения заданной величины мышечного усилия позволило выявить и систематизировать все параметры переходных процессов. Обращает на себя внимание высокая степень перерегулирования, составлявшая у девочек 7–8 лет $142,84 \pm 9,21\%$, и ее значительное уменьшение в 8–9 лет ($118,91 \pm 8,32\%$), 9–10 лет ($69,81 \pm 6,17\%$), 10–11 лет ($51,87 \pm 5,32\%$), 11–12 лет ($32,47 \pm 3,62\%$) и в 12–13 лет ($21,33 \pm 3,12\%$). С 13–14 лет начинается стабилизация данного критерия на уровне 17–18,5 процентов. Следовательно, возрастная динамика перерегулирования демонстрирует резкое снижение ее величины в возрастном интервале от 7 до 13 лет с последующим плавным снижением кривой в возрастных группах 13–14 лет, 14–15 лет и 15–16 лет. Аналогичную возрастную динамику демонстрируют параметры ошибки регулирования, которые от 7–8 до 11–12 лет уменьшаются с $38,41 \pm 4,34\%$ до $8,31 \pm 1,57\%$ и устанавливаются на уровне 5–6% в более старших группах.

Время регулирования также резко уменьшается у девочек от 7 до 13 лет, с последующим плавным снижением кривой в возрастных группах 13–14 лет, 14–15 лет и 15–16 лет.

Несколько иной характер показывает возрастная динамика колебательности СУД, которая у девочек 7–8 лет имеет достаточно высокое значение ($2,72 \pm 0,34$), а начиная с возрастной группы 8–9 лет и до 15–16 лет ее границы не выходят за пределы $1,50 \pm 0,13$ – $1,83 \pm 0,32$ колебаний. Устойчивость регулирования также прогрессивно увеличивается с возрастом, причем, основной прирост, в 4,63 раза, отмечается в младшем школьном возрасте (с $3,77 \pm 0,52$ до $17,48 \pm 1,34$ секунд). Средний и старший школьный периоды характеризуются годовыми положительными сдвигами на уровне 19,2–3,7 процентов.

Согласно приведенным критериям [6] СУД у девочек со стабильным функциональным уровнем регулирования не соответствует требованиям надежности и устойчивости по показателю перерегулирования в возрастных группах от 7 до 13 лет. Для всех возрастных групп от 7 до 12 лет характерно воспроизведение мышечного усилия с

крутым ростом амплитуды переднего фронта волны перерегулирования, что свидетельствует об импульсивном выходе первого блока СУД на запрограммированный функциональный уровень регуляции. Большая величина перерегулирования в значительной степени связана с высоким значением отрицательной ошибки регулирования (рис. 2В), которая по используемой методике суммируется величиной отклонения волны перерегулирования от заданного уровня регуляции. В группе девочек 13–14 лет и старше СУД переходит на режим регулирования с положительной ошибкой, величина перерегулирования приближается к таковой у взрослых и полностью соответствует по этому показателю критерию надежности и устойчивости.

Общность возрастной динамики показателей перерегулирования, ошибки регулирования и времени регулирования указывает на то, что морфофункциональное созревание блока запуска моторной программы и аппарата сличения [1] протекают в параллельном временном режиме. Однако, низкая колебательность переходного процесса во всех возрастных группах (не более трех колебаний) может свидетельствовать о том, что аппарат сличения созревает несколько раньше корковых двигательных областей большого мозга.

Обобщая вышеизложенные данные с литературными, полученными на взрослых испытуемых [5, 6], можно прийти к заключению, что морфофункциональное созревание СУД, определяемое высоким качеством регулирования, надежностью и устойчивостью функционирования, наступает у девочек в онтогенезе в возрасте 13–14 лет.

Выводы.

1. СУД у девочек в онтогенезе проявляет два режима функционирования: нестабильный режим регулирования, характеризующийся неспособностью воспроизводить заданную величину мышечного усилия, и стабильный режим функционирования со всеми показателями переходного процесса.

2. Количество девочек с нестабильным режимом функционирования СУД прогрессивно уменьшается в возрастных группах от 7 до 13 лет. В возрастной группе 13–14 лет СУД всех девочек переходит на стабильный режим функционирования с высокими значениями качества регулирования, надежности и устойчивости.

3. Установившийся режим функционирования СУД сохраняет свои параметры регуляции у девочек 14–15 лет и 15–16 лет, что свидетельствует об окончании созревания СУД у девочек в онтогенезе к 13–14 годам. Созревание СУД в онтогенезе протекает с некоторым временным опережением развития аппарата коррекции мышечного усилия над блоком запуска моторной программы.

Литература

1. Анохин, П.К. Очерки по физиологии функциональных систем / П.К. Анохин. – М.: Медицина, 1975. – 243 с.
2. Безруких, М.М. Возрастная физиология (физиология развития ребенка) / М.М. Безруких, В.Д. Сонькин, Д.А. Фарбер. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 416 с.
3. Бернштейн, Н.А. О построении движений / Н.А. Бернштейн. – М.: Медиздат, 1947. – 436 с.
4. Бернштейн, Н.А. Физиология движений и активность / Н.А. Бернштейн. – М.: Наука, 1990. – 495 с.
5. Голубев, В.Н. Метод количественной оценки функционального состояния двигательного аппарата / В.Н. Голубев // Физиол. Журн. СССР. – 1972. – Т. 58. – №8. – С. 1306–1309.
6. Голубев, В.Н. Управление двигательной активностью человека при экстремальных состояниях: автореф. дис. ... докт. Мед. наук / В.Н. Голубев. – С.-Пб., 1991. – 44 с.
7. Коренберг, В.Б. Двигательные навыки и умения как деятельностные категории // На рубеже XXI века, 2003, Научный альманах МГАФК, Т. 5 / Редактор–составитель В.Б. Коренберг – Малаховка, 2004. – С. 352–360.
8. Коренберг, В.Б. Спортивная метрология: учебник / В.Б. Коренберг. – М.: Физическая культура, 2008. – 368 с.
9. Любомирский, Л.Е. Возрастные особенности движений у детей и подростков / Л.Е. Любомирский. – М.: «Педагогика», 1979. – 96 с.
10. Любомирский, Л.Е. Управление движениями у детей и подростков / Л.Е. Любомирский. – М.: «Педагогика», 1974. – 230 с.

11. Скобелев, В.А. Возрастные особенности системы управления движениями у девочек 10–13 лет и ее реакций на физическую нагрузку / В.А. Скобелев, А.И. Босенко, А.В. Пертая и др. // Человек, здоровье, физическая культура и спорт в изменяющемся мире: Междун. Науч.–практ. конф. По проблемам физического воспитания учащихся. – Коломна, 2007. – С. 68–72.

12. Фарфель, В.С. Управление движениями в спорте / В.С. Фарфель. – М.: ФиС, 1975. – 201 с.

13. Фомин, Н.А. Физиологические основы двигательной активности Н.А. Фомин, Ю.Н. Вавилов. – М., 1991. – 226 с.

14. Шахлина, Л.Г. Половое созревание девочек и его роль в спортивной подготовке женщин / Л.Г. Шахлина // Спортивная медицина. – 2008. – №2. – С. 6–15.